

*Application*

*Of*

***MATHIAS MONSE,  
HARALD MAINKA AND  
HAROLD MEIS***

*For*

***United States Letters Patent***

*On*

***ELECTRICAL DRIVE SYSTEM  
WITH INTERCOMMUNICATION-  
NETWORKS AND MULTI-LINK-  
CONTROLLER***

## **Elektrisches Antriebssystem mit einem oder mehreren Interkommunikations-Netzwerken**

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem zur synchronisierten  
5 Verstellung mehrerer drehbarer Achsen oder sonstiger, auch linear bewegbarer  
Funktionsteile von Geräten und Maschinen, insbesondere Druckmaschinen, in  
ihrer Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung. Mehrere rechnergestützt  
geregelte Antriebseinheiten sind entsprechend der an sich bekannten  
Einzelantriebstechnik mit einem oder mehreren Funktionsteilen zu deren  
10 Verstellung verbunden.

Dabei ist es bekannt (Patentschrift DE 196 33 745 C2), mehrere separate  
Antriebsnetzwerke zu bilden, die jeweils mehrere der genannten Antriebseinheiten  
als Netzwerk-Knoten aufweisen. Die Kommunikation dieser Antriebseinheiten  
15 untereinander wird über ein Parallel-Bussystem bewerkstelligt. Da beispielsweise  
im Anwendungsfall von Zeitungsdruckmaschinen 100 bis 200 zu  
synchronisierende Antriebe durchaus nicht ungewöhnlich sind, wird in dieser  
bekannten Patentschrift vorgeschlagen, mehrere solcher Antriebsnetzwerke  
voneinander separat zu bilden und entsprechend einer Sektion der Maschine oder  
20 Anlage diese einzelnen Antriebsnetzwerke über ein Quer- bzw.  
Interkommunikationsnetzwerk miteinander zu verknüpfen und vor allem  
untereinander auf eine gemeinsame Leitachse zu synchronisieren. Für das  
Interkommunikationsnetzwerk wird eine Ringtopologie mit Ablauf der  
Kommunikation nach dem Master/Slave-Prinzip (vgl. SERCOSinterface, an sich  
25 bekannt) vorgeschlagen. Die Busmaster der jeweiligen Antriebsnetzwerke bilden  
dabei Slave-Knoten des Interkommunikationsnetzwerks, und ein weiterer  
Busmaster fungiert auch als Busmaster des Interkommunikationsnetzwerkes. Um  
weitere Maschinensektionen mit der vorgenannten synchronisieren zu können,  
wird gemäß Patentschrift ferner vorgeschlagen, dass der Busmaster eines ersten  
30 Interkommunikationsnetzwerkes über seine Master-Synchronisationstelegramme  
nicht nur den Slaves seines Netzwerks, sondern auch über eine als zusätzlicher  
Netzwerkknoten eingefügte Kommunikationsschnittstelle dem benachbarten  
Master/Slave-Interkommunikationsnetzwerk einen Synchrontakt vorgibt. Die  
Kommunikationsschnittstelle ist dabei gleichzeitig Knoten des benachbarten  
35 Netzwerks. Damit ist es möglich, auf einer Leitebene generierte Sollwerte an eine

Vielzahl von winkelsynchron laufenden Antrieben zu verteilen. So kann hohen Anforderungen an die Synchronisierung genügt werden. Bereits zeitliche Verschiebungen des Sollwerts um eine  $\mu\text{s}$  führt bei hoher Produktionsgeschwindigkeit (beispielsweise 35000 Druckexemplare pro Stunde) zu einem Winkelfehler von 3,5 Milligrad. Auf beispielsweise einem bedruckten Papier kann das einen Versatz zwischen zwei Farben von 0,01 mm (bei einem Umfang der Druckwalze von ca. 1100 mm) mit entsprechenden Nachteilen für die Druckqualität ergeben. Allerdings führt der Einsatz einer Parallel-Busstruktur gemäß Patentschrift in den jeweiligen Antriebsnetzwerken zu einem hohen Leitungs- und Verkabelungsaufwand. Dieser Nachteil verschärft sich noch, wenn größere Entfernungen zu überbrücken sind.

Zur Abhilfe wird das im Patentanspruch 1 angegebene elektrische Antriebssystem vorgeschlagen, das sich gegenüber dem aus genannter, vorveröffentlichter Patentschrift dadurch auszeichnet, dass die Antriebseinheiten bzw. Knoten des Antriebsnetzwerks nach dem Master/Slave-Prinzip angeordnet und durch Kommunikationskanäle und/oder ein Kommunikationssystem jeweils in einer Ringstruktur miteinander verbunden sind. Mit der Master/Slave-Ringstruktur lassen sich vorteilhaft die einzelnen Knoten bzw. Antriebseinheiten für eine Synchronisierung auf einem gemeinsamen Takt unter minimalem Verkabelungs- und Installationsaufwand einbinden. Ferner lassen sich größere Entfernungen überbrücken als bei der vorbekannten Verwendung der Bustopologie.

Gegenüber dem in der vorgenannten Patentschrift offenbarten Antriebssystem ergibt sich weiter die Anforderung nach einer erhöhten Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartbarkeit. Bei Vielachsenanwendungen wie beispielsweise bei Druckmaschinen soll sichergestellt sein, dass der Ausfall einzelner Antriebseinheiten, Antriebsnetzwerke oder des diese verknüpfenden Interkommunikationsnetzwerks nicht zum Ausfall der Gesamt-Maschinenanlage oder des ganzen Antriebssystems führt. Daneben ergibt sich, auch zur Erhöhung der Variierbarkeit und Wartbarkeit, die weitere Forderung, sowohl logische als auch physikalische Antriebsgruppen oder -netzwerke mit hoher Flexibilität bilden zu können. Dadurch ließe sich - zur Erhöhung der Verfügbarkeit - das Abschalten

einzelner Maschinenteile oder Maschinensektionen ohne Beeinflussung der restlichen Maschine ermöglichen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, über die tatsächliche,  
5 hardwaremäßige Netzwerk-Konfiguration hinaus grundsätzlich beliebige Antriebe zu logischen Gruppen oder Netzwerken zusammenfassen zu können, die dann mit unterschiedlichen Sollwerten beaufschlagt werden. Im Anwendungsfall der Druckmaschine, bei der jedes Falzwerk üblicherweise eine Leitachse vorgibt, soll die Synchronisierung jedes Druckwerks auf ein beliebiges Falzwerk zwecks  
10 Definition einer Papierbahn möglich sein.

Eine weitere Anforderung besteht darin, Antriebsgruppen mit zusätzlichen, von einer zentral vorgegebenen Leitachse unabhängigen Sollwerten zu versorgen, die aufeinander synchronisiert in den dieser Leitachse zugeordneten Antrieben  
15 abgearbeitet werden. Im Anwendungsfall von Druckmaschinen wird diese Funktion typischerweise zur Verstellung der Schnittregister benötigt.

Weiter besteht für den sogenannten Rüstbetrieb und diversen Synchronisierungsfunktionen die Anforderung nach Gruppenbildungen, die unabhängig  
20 von der jeweiligen Leitachszuordnung erfolgen.

Eine weitere Anforderung besteht darin, die Diagnosefähigkeit sowie die Modularität des elektrischen Antriebssystems zu erhöhen.

25 Um diesen Anforderungen zu begegnen, wird im Rahmen der allgemeinen erfinderischen Idee das im Patentanspruch 2 angegebene, elektrische Antriebssystem vorgeschlagen, das sich durch mehrere, zum Daten- und Befehlsaustausch miteinander gekoppelte Interkommunikationsnetzwerke auszeichnet. Deren kommunikativ miteinander gekoppelte Knoten gehören  
30 gleichzeitig unterschiedlichen Antriebsnetzwerken an. Ferner ist eine Vermittlungsstelle angeordnet, welche Kommunikationsorgane oder -schnittstellen aufweist, die Knoten je eines der Interkommunikationsnetzwerke bilden. Daraus ist der Weg eröffnet, die einzelnen Interkommunikationsnetzwerke modular und flexibel zu verbinden, logisch zu verknüpfen, zu koppeln oder zu verwalten, was

über eine entsprechende programm- und/oder schaltungstechnische Ausbildung der Vermittlungsstelle realisiert ist.

Aufgrund dieses erfindungsgemäßen Antriebssystems führt der Ausfall eines Interkommunikationsnetzwerkes oder einer zugeordneten Maschinen- oder Anlagen-Sektion nicht dazu, dass die restliche, über die Vermittlungsstelle laufende Kommunikation zum Erliegen kommt. Das ausgefallene Netzwerk und/oder die ausgefallene Maschinensektion können nach Reparatur und mit erneutem Hochfahren wieder am Daten- und Befehlsaustausch in der Vermittlungsstelle teilhaben. Andererseits kann bei Ausfall der Vermittlungsstelle jede Maschinensektion bzw. das zugehörige Interkommunikationsnetzwerk autark weiter laufen, bis beispielsweise defekte Karten bzw. Baugruppen getauscht worden sind. Aufgrund der erfindungsgemäßen Struktur besteht während des laufenden Betriebs jederzeit die Möglichkeit, Interkommunikationsnetzwerke mit zugehörigen Maschinensektionen zu Wartungsarbeiten aus dem Kommunikationsverbund herauszulösen, was die Wartbarkeit erhöht.

Erfindungsgemäß betreibt die Vermittlungsstelle eine übergreifende Kommunikation zwischen den einzelnen Interkommunikationsnetzwerken. Dazu stellt sie für jedes Interkommunikationsnetzwerk einen Netzwerk-Knoten zur Verfügung, der gleichzeitig baulichen Bestandteil der Vermittlungsstelle bildet. In diesem Zusammenhang ist es zweckmäßig, wenn in dem Kommunikationsorgan der Vermittlungsstelle Funktionen eines Kommunikationsmanagers implementiert sind. Vorzugsweise ist das Kommunikationsorgan von der Übernahme direkter Antriebsfunktionen entlastet.

Die Grundfunktion der erfindungsgemäßen Vermittlungsstelle besteht in dem Aufbau eines Informationsaustauschs ihrer Kommunikationsorgane zu den zugehörigen Interkommunikationsnetzwerken. Ein solches wird erst dann in einen die jeweilige Netzwerktopologie übergreifenden Daten- und Befehlstransfer einbezogen, wenn es synchron zu einem Taktgeber der Vermittlungsstelle (zweckmäßig realisiert im Rahmen eines darin integrierten Prozessorsystems) läuft und alle Knoten des Interkommunikationsnetzwerks über den

Kommunikationsmaster (vorzugsweise das Kommunikationsorgan der Vermittlungsstelle) eindeutig identifizierbar sind.

Im Rahmen der allgemeinen erfinderischen Idee liegt ferner eine vorzugsweise als eigene Baueinheit ausgebildete Vermittlungsstelle, die zum Einsatz in das erfindungsgemäße Antriebssystem geeignet ist, indem sie eine Mehrzahl von jeweils als Kommunikationsmaster konfigurierten Kommunikationsorganen bzw. Kommunikationsschnittstellen für externe Netzwerke aufweist. Ferner ist die Vermittlungsstelle mit einem eigenen Prozessor zur Kontrolle und Steuerung der Kommunikationsschnittstellen versehen.

Im Rahmen der allgemeinen erfinderischen Idee liegt ferner eine Antriebs-Synchronisationssteuereinheit, die als Knoten eines Interkommunikationsnetzwerks des erfindungsgemäßen Antriebssystems ausgebildet beziehungsweise geeignet ist. Die erfindungsgemäße Antriebs-Synchronisationssteuereinheit zeichnet sich im wesentlichen durch mindestens eine erste Kommunikationsschnittstelle und wenigstens einen diese kontrollierenden Prozessor aus, der mit folgenden Modulen versehen ist:

- einem Leitachsmodule, das zum Empfang, zur Erzeugung und/oder zur Weitergabe von Daten und/oder Befehlen für eine virtuelle Leitachse über die mindestens eine Kommunikationsschnittstelle ausgebildet ist;
- einem Datenverteilmodule, das zur Steuerung eines Daten- und/oder Befehlsflusses über die mindestens eine Kommunikationsschnittstelle mit einem der oben genannten Netzwerke, insbesondere dem Interkommunikationsnetzwerk, ausgebildet ist.

In einem Antriebsnetzwerk bildet die Synchronisationssteuereinheit einen Knoten grundsätzlich ohne eigenständige Antriebsfunktion. Jedoch ist sie dazu ausgebildet, über ihr Leitachsmodule Leitachs-Daten und -befehle für die Antriebseinheiten bzw. -regler vorzugeben. Für die Synchronisationssteuereinheit sind wenigstens zwei Funktionen wesentlich: 1) Management zur Datenverteilung zwecks Organisation der Kommunikation zwischen Steuerung und einzelnen

Antriebseinheiten (vertikale Kommunikation) und Organisation der Kommunikation zwischen einzelnen Antriebsnetzwerken über das Interkommunikationsnetzwerk (horizontale Kommunikation); 2) Leitachsmanagement, wobei zur Formung eines Antriebsverbands zueinander synchronisierte Sollwerte für die geregelten Antriebseinheiten zur Verfügung gestellt werden, so dass letztere dann aufeinander gemäß virtueller Leitachse synchronisiert sind.

Gemäß einer vorteilhaften Erfindungsausbildung ist in der Synchronisationssteuereinheit noch die weitere Funktion des Antriebsmanagements implementiert, wodurch die einzelnen Antriebseinheiten des angeschlossenen Antriebsnetzwerkes mit Sollwerten und Steuerinformationen versehen und kontrolliert werden. Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausbildung ist die Synchronisationssteuereinheit mit einem Antriebsregler zu einer Baueinheit zusammengefaßt, bildet aber von der direkten Antriebsregelung und Steuerung (Führung des Elektromotors nebst daran angekoppelter Mechanik) eine logisch unabhängige Komponente.

Weitere Einzelheiten, Merkmale, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie aus den Zeichnungen. Diese zeigen in jeweils schematischer Strukturdarstellung:

Figur 1 mehrere, über eine Vermittlungsstelle verknüpfte Interkommunikationsnetzwerke,

25

Figur 2 den inneren Aufbau der Vermittlungsstelle,

Figur 3 den inneren Aufbau einer Antriebs-Synchronisationssteuereinheit,

30

Figur 4 ein Interkommunikationsnetzwerk mit mehreren angeschlossenen Antriebsnetzwerken,

Figur 5 den inneren Aufbau einer Antriebseinheit,

Figur 6 ein Interkommunikationsnetzwerk in Ringtopologie,

Figur 7 mehrere ringförmige und über eine gemeinsame  
Vermittlungsstelle verknüpfte Interkommunikationsnetzwerke,

Figur 8 ein redundant ausgeführtes Beispiel eines ringförmigen  
Interkommunikationsnetzwerkes,

Figur 9 ein Beispiel für den Einsatz eines  
Interkommunikationsnetzwerkes mit mehreren  
Antriebsnetzwerken in einer Druckmaschinenanlage,

Figur 10 die Verknüpfung mehrerer Interkommunikationsnetzwerke  
bzw. zugeordneter Druckmaschinensektionen über eine  
Vermittlungsstelle

In Figur 1 ist ein Beispiel mit einer Vermittlungsstelle MLC und drei daran  
angeschlossenen Interkommunikationsnetzwerken 1.1, 1.2, ... 1.15, 3.1, 3.2, ...  
3.31, 4.1, 4.2, ... 4.22 gezeigt. Der jeweilige Anschluß erfolgt über die erste, dritte  
und vierte Kommunikationsschnittstelle SIM1, SIM3, SIM4 der Vermittlungsstelle  
MLC. Diese bilden jeweils Masterknoten für die Netzwerk-Kommunikation und  
sind über vorzugsweise bidirektionale Kommunikationskanäle 1 mit einer jeweils  
ersten Antriebs-Synchronisationssteuereinheit SDC 1.1, SDC 3.1, SDC 4.1 der  
Interkommunikationsnetzwerke verbunden. Weitere Kommunikationskanäle 1  
führen dann zu weiteren, etwa gleichartig ausgeführten Knoten beziehungsweise  
Synchronisationssteuereinheiten SDC des jeweiligen  
Interkommunikationsnetzwerkes. Diese Einheiten besitzen jeweils eine für die  
interne Netzwerkkommunikation spezifisch ausgebildete Schnittstelle SI\_ISR,  
daneben aber auch noch jeweils zwei weitere Schnittstellen SI\_PLC und SI\_DRV  
zur Kommunikation mit weiteren (nicht gezeichneten) Netzwerken, beispielsweise  
einem übergeordneten Prozeßleitnetzwerk PLC und einem untergeordneten  
Antriebsnetzwerk (vgl. Fig.4). Jedes der drei gezeichneten  
Interkommunikationsnetzwerke dient dem Mult-Antrieb oder der mehrfachen



Verstellung einer eigens zugeordneten Maschine einer Mehr-Maschinenanlage oder einer eigens zugeordneten Maschinensektion.

Gemäß Figur 2 kann die Vermittlungsstelle MLC hardwaremäßig beispielsweise mit einem einzigen digitalen Signalprozessor und einer Mehrzahl von vorzugsweise seriell arbeitenden Schnittstellen SI\_ISR\_1, SI\_ISR\_2, ... SI\_ISR\_N realisiert sein, die jeweils über ein Sendeorgan TX und ein Empfangsorgan RX als Knoten für ein jeweiliges Interkommunikationsnetzwerk (vgl. Figur 1) an dessen Informationsverkehr teilnehmen. Zur Steuerung und Koordination dient ein auf dem Signalprozessor DSP ablauffähiges Kommunikations-Management-Softwaremodul COM\_Manager, welches beispielsweise auch zur Überprüfung übertragener Daten ausgebildet ist. Desweiteren ist der Signalprozessor DSP vor allem programmtechnisch zum Ablauf eines Datenverteils-Softwaremoduls DTA\_DIST\_MGR eingerichtet. Mit Hilfe dieses Softwaremoduls kann die Vermittlungsstelle MLC die Kommunikation zwischen den einzelnen Interkommunikationsnetzwerken betreiben. So können einzelne Daten- und/oder Befehlsströme von einem Interkommunikationsnetzwerk über die Vermittlungsstelle bzw. dessen Datenverteilm modul zu einem anderen Interkommunikationsnetzwerk fließen. Zusätzlich kann mittels des digitalen Signalprozessors DSP eine Filterung oder sonstige Verarbeitung von erhaltenen und weiterzugebenden Daten stattfinden. Das Filterergebnis bezüglich Daten eines ersten Interkommunikationsnetzwerks wird mittels der Vermittlungsstelle dann einem zweiten Querkommunikationsnetzwerk übergeben, wobei die jeweils zugeordneten Kommunikationsschnittstellen SI\_ISR<sub>x</sub> eingeschaltet sind. So ist es zum Beispiel möglich, eine Leitachsfunktion aus einem ersten Interkommunikationsnetzwerk irgendwelchen Antriebseinheiten DRC (siehe Figur 4 und 5) anderer Interkommunikationsnetzwerke zuzuordnen.

Gemäß Figur 3 weist auch die Antriebs-Synchronisationssteuereinheit als hardwaremäßigen Kern einen digitalen Signalprozessor DSP auf. Über diesen ablauffähig implementiert beziehungsweise programmiert sind folgende Softwaremodule:

- Antriebskommunikationsmodul DRV\_COM\_MGR, um einen Datenfluß vom und zum jeweils angeschlossenen Antriebsnetzwerk (vgl. z. B. Figur 4) zu organisieren
- 5 ■ Leitachsmodule VSA\_MGR, um Befehle und Daten zur Synchronisation der Antriebseinheiten des angeschlossenen Antriebsnetzwerkes entsprechend einer virtuellen Leitachse zu empfangen, zwischenspeichern, zu generieren und/oder weiterzugeben
- 10 ■ Datenverteilmodul DTA\_DIST\_MGR, um einen Befehls- und/oder Datenfluß von und zu angeschlossenen Netzwerken über im gezeichneten Beispiel drei Kommunikationsschnittstellen zu organisieren.
- 15 Gemäß gezeichneten Ausführungsbeispielen sind die Kommunikationsschnittstellen SI\_PLC, SI\_ISR, SI\_DRV zur seriellen Datenübertragung jeweils über Sende- und Empfangsorgane TX bzw. RX ausgelegt und über Kommunikationskanäle 1 zum Anschluß an ein übergeordnetes Prozeßleitnetzwerk, an das zur jeweiligen
- 20 Synchronisierungssteuereinheit gehörige Interkommunikationsnetzwerk bzw. an das jeweils zugeordnete Antriebsnetzwerk vorgesehen. Während diese Kommunikationsschnittstellen noch weitgehend mit eigenen Hardwareelementen realisiert sind, sind zu deren Betrieb (ähnlich wie bei der Vermittlungsstelle gemäß Figur 2) jeweilige Kommunikationsmanagement-Module COM\_MANAGER auf
- 25 dem Signalprozessor DSP ablauffähig eingerichtet.

In Figur 4 ist die Multi-Netzwerkstruktur gezeigt. Die einzelnen Synchronisationssteuereinheiten SDC sind untereinander über ihre jeweils dafür vorgesehene, erste Kommunikationsschnittstelle SI\_ISR als Knoten eines

30 Interkommunikationsnetzwerks mittels vorzugsweise bidirektionaler Kommunikationskanäle 1 oder eines sonstigen Kommunikationssystems verbunden. Über die zweite Kommunikationsschnittstelle SI\_DRV bilden die Synchronisationssteuereinheiten SDC jeweils einen Knoten eines zugeordneten Antriebsnetzwerks mit rechnergestützt geregelten Antriebseinheiten DRC. Zur

Bildung der Antriebsnetzwerke bzw. zur Verbindung von deren Knoten sind ebenfalls Kommunikationskanäle 1 oder ein sonstiges Kommunikationssystem vorgesehen. Jeder elektrischen Antriebseinheit DRC, welche insbesondere einen Elektromotor 2 umfaßt, sind ein oder mehrere mechanisch bewegbare Funktionsteile 3 zu deren Verstellung nach Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung zugeordnet. Zweckmäßig greifen die Knoten der einzelnen Antriebsnetzwerke SDC0, DRC1, DRC2, DRCn; SDC1, DRC1, DRC2, ..., DRCn; ... und des Interkommunikationsnetzwerks SDC0, SDC1, ..., SDCN auf die miteinander verknüpften Kommunikationskanäle 1 bzw. das Kommunikationssystem oder die sonstigen Kommunikationsmedien nach dem an sich bekannten Master-/Slave-Verfahren zu. Der Datentransfer erfolgt in diesen beiden Netzwerken zweckmäßig synchron. Dabei bilden in den Antriebsnetzwerken die Synchronisierungssteuerungseinheiten SDC0, 1, ..., N aus den Interkommunikationsnetzwerken jeweils den Kommunikationsmaster mit selbstständigem Senderecht. Innerhalb des Kommunikationsnetzwerkes bildet eine erste Synchronisationssteuereinheit SDC0 gegenüber den sonstigen SDC1, SDC2, ..., SDCN den Kommunikationsmaster.

Gemäß Figur 4 können die einzelnen Knoten bzw. Synchronisationssteuereinheiten SDC des Interkommunikationsnetzwerks über jeweilige dritte Kommunikationsschnittstellen SI\_PLC Befehle und Daten mit einer Leitsteuerungsebene bzw. einem Prozeßleitnetzwerk PLC austauschen. Insbesondere aufgrund großer Mengen an zu übertragenden Daten erfolgt hier der Datentransfer asynchron.

Gemäß Figur 5 hat die Antriebseinheit DRC als hardwaremäßige Grundelemente eine Kommunikationsschnittstelle SI\_DRR mit Sende- und Empfangsorganen TX, RX, eine Umrichter-Schnittstelle CONV\_INTERFACE und einen diese steuernden und kontrollierenden, digitalen Signalprozessor DSP. Darauf ablauffähig umfaßt die Antriebseinheit DRC noch folgende Softwaremodule:

- Umrichter-Schnittstellenmodul zur Steuerung des Umrichters für den Elektromotor 2

- Antriebsregler DRV\_CONTROLLER für Erzeugung und Bearbeitung von Soll- bzw. Istwerten bezüglich Drehmoment bzw. Beschleunigung, (Winkel-) Geschwindigkeit, Lage usw.
- 5 ■ Antriebsmanager DRV\_MANAGER zur Organisation übergeordneter und gegebenenfalls kundenspezifischer Antriebsfunktionen einschließlich Überwachungs-, Diagnose- und Fehlerbehandlungsfunktionen
- 10 ■ Kommunikationsmanagement-Modul COM\_MANAGER zum Betrieb der vorzugsweise seriellen synchronen Kommunikationsschnittstelle SI\_DRR (analog zu Figuren 2 und 3).

Gemäß Figur 6 ist nach einer Erfindungsalternative das elektrische Antriebssystem mit einem einzigen Interkommunikationsnetzwerk in serieller Ringstruktur vorzugsweise mit synchroner Datenübertragung realisiert, wobei die  
15 einzelnen Netzwerkknoten mit Synchronisationssteuereinheiten SDC0, SDC1, SDC2, SDC3, ... verwirklicht sind. Von diesen verfügt jede über eine Leitachsfunktion und kann als Kommunikationsmaster ein synchron kommunizierendes Antriebsnetzwerk (vgl. Figur 4) vorzugsweise in Ringstruktur  
20 betreiben. Eine erste Synchronisationssteuereinheit SDC0 fungiert im Rahmen des Master-/Slave-Verfahrens als Kommunikationsmaster gegenüber den sonstigen Netzwerkknoten SDC1, SDC2, SDC3, ... Zur Vereinfachung der Darstellung sind die an jedem Knoten des Interkommunikationsnetzwerks anschließbaren Antriebsnetzwerke nicht gezeichnet.

25  
Gemäß Figur 7 sind zur Erzielung einer modularen Kommunikationsstruktur mehrere Interkommunikationsnetzwerke jeweils in einer Ringstruktur mit Master/Slave-Hierarchie parallel laufend angeordnet. Die Vermittlungsstelle MLC stellt jeweils einen Masterknoten SIM1, SIM2, welche die vorgenannten  
30 Kommunikationsschnittstellen umfassen, für die beiden dargestellten Interkommunikationsnetzwerke SDC M1, SDC S1, SDC S2, SDC S3 (erstes Interkommunikationsnetzwerk) sowie SDC M2, SDC M3, SDC S4 (zweites Interkommunikationsnetzwerk). Die Kommunikationsmaster SIM1, SIM2 aus der Vermittlungsstelle MLC (in der Praxis mittels einer SERCOS-Interface-Karte

realisiert) sind nicht mit unmittelbaren Antriebsfunktionen versehen. Dagegen können alle sonstigen Knoten bzw. Antriebs-Synchronisationssteuereinheiten grundsätzlich ein vorzugsweise ringförmiges Antriebsnetzwerk betreiben und führen, das heißt für dieses als Kommunikationsmaster bzw. Masterknoten  
5 fungieren. Über entsprechenden Daten- und Befehlsaustausch mit der Vermittlungsstelle MLC lassen sich bestimmte Synchronisationssteuereinheiten SDC entweder als Master mit Leitachsfunktion (Mx: SDC-Master) oder als Slaves ohne Leitachsfunktion (Sx: MDS-Slave) definieren.

10 Nun ergibt sich maximale Anzahl an Synchronisationssteuereinheiten SDC in Abhängigkeit von der Anzahl der Interkommunikationsnetzwerke aus folgenden Bedingungen:

- Die maximale Anzahl an Synchronisationssteuereinheiten SDC, also die Summe aus Masters und Slaves; pro Interkommunikationsnetzwerk ist  
15 gleich 32
- Die maximale Anzahl von SDC-Mastern im Gesamtsystem ist gleich 31.

Beispiel: Würden sechs Interkommunikationsnetzwerke einer Anlage mit je fünf SDC-Masters bestückt, könnte man pro Interkommunikationsnetzwerk noch bis zu  
20 27 SDC-Slaves einfügen.

Die Ausfallsicherheit des Gesamtsystems ist dadurch verbessert, dass bei Ausfall eines der Interkommunikationsnetzwerke die restliche Kommunikation über die Vermittlungsstelle davon unberührt bleibt. Nach erneutem Hochfahren kann das  
25 ausgefallene und wieder reparierte Interkommunikationsnetzwerk erneut am Datenaustausch über die Vermittlungsstelle teilhaben. Dieser Vorteil ergibt sich aus der Sternstruktur mit der Vermittlungsstelle MLC als Sternmittelpunkt.

Mit der in Figur 7 dargestellten Konfiguration wird auch die Möglichkeit eröffnet,  
30 von einem Masterknoten SDC Mx eines Interkommunikationsnetzwerkes generierte Kommunikationssteuer- und/oder Leitsignale über die Vermittlungsstelle den Slave-Knoten SDC Sx eines anderen Kommunikationsnetzwerks zuzuleiten.

Mit der in Figur 7 dargestellten Multi-Netzwerk-Struktur mit der Vermittlungsstelle MLC als Sternmittelpunkt ist es möglich, eine bestehende, mit einem einzigen Interkommunikationsnetzwerk betriebene Maschinensektion einer maschinellen Anlage um weitere Maschinensektionen mit neuen Interkommunikationsnetzwerken zu erweitern bzw. aufzurüsten, selbst wenn die Interkommunikationsnetzwerke unterschiedliche Software-Versionen aufweisen. Dazu ist die Vermittlungsstelle MLC programm- und/oder schaltungstechnisch so eingerichtet, dass sie das Kommunikationsprotokoll eines Interkommunikationsnetzwerkes älterer Version in ein anderes Kommunikationsprotokoll eines zweiten Interkommunikationsnetzwerkes neuerer Version umsetzen kann (sog. Protokollumsetzer). Zur Speicherung empfangener Daten entsprechend ihres Protokolls ist es zweckmäßig, die Vermittlungsstelle mit einer (zeichnerisch nicht dargestellten) Empfangsspeichereinheit für solche Daten zu versehen.

Die Vermittlungsstelle bedarf nicht einer Datenein- und Ausgabe gegenüber einer Bedienungsperson von einem Leitstand oder von einem Interkommunikationsnetzwerk aus. Zweckmäßig ist jedoch, die Vermittlungsstelle mit einer Möglichkeit zur separaten Parametrierung und einer Schnittstelle zu einem externen Fehler-Diagnosesystem beispielsweise einer übergeordneten Prozeßleitsteuerung PLC zu versehen (nicht gezeichnet).

In Figur 8 ist zur Erhöhung der Verfügbarkeit die erfindungsgemäße Sternstruktur mit Vermittlungsstelle MLC redundant ausgeführt. Aufgrund von Überbrückungsverkabelung kann prinzipiell jeder zweite Teilnehmer bzw. Knoten in einem Kommunikationsring ausfallen, ohne dass dies zum Ausfall des Gesamt-Rings führt. Die Redundanzstruktur kann sowohl für Antriebsnetzwerke in Ringform als auch für Interkommunikationsnetzwerke in Ringform realisiert sein. Durch den Einsatz der Vermittlungsstelle MLC ist es auch kein Problem, einzelne Interkommunikationsnetzwerke entsprechend einzelner Maschinensektionen zu Wartungszwecken aus dem Verbund zu nehmen und später wieder über die Vermittlungsstelle MLC zu aktivieren. Die erfindungsgemäße Antriebsstruktur dient also nicht nur der Übersichtlichkeit, sondern trägt auch entscheidend zu

einer vor allem bei Zeitungsdruckmaschinen geforderten, hohen Verfügbarkeit der Druckmaschinenanlage bei.

Gemäß Figur 8 ergibt sich für jede Maschinensektion die Möglichkeit folgender

5 Betriebsarten:

10 ■ Interkommunikationsbetrieb: Die Vermittlungsstelle MLC ist aktiviert und die jeweiligen Maschinensektionen sind ihr zugeschaltet. Alle Antriebs-Synchronisationssteuereinheiten SDC sind im Rahmen des sie umfassenden Interkommunikationsnetzwerkes bezüglich des Masterknotens der Vermittlungsstelle Slaves.

15 ■ Getrennter Betrieb: Die Vermittlungsstelle ist aktiviert, aber wenigstens eine Maschinensektion und das zugehörige Interkommunikationsnetzwerk sind abgeschaltet.

20 ■ Einzelbetrieb: Die Vermittlungsstelle MLC ist deaktiviert, selbst wenn die eine oder mehreren Maschinensektionen mit zugehörigen Interkommunikationsnetzwerken zugeschaltet sind. Einer der Knoten bzw. eine der Synchronisationssteuereinheiten SDC des Interkommunikationsnetzwerkes schaltet um in die Rolle des dieses dominierenden Kommunikationsmasters.

25 Dadurch ist einerseits bei Ausfall der Vermittlungsstelle MLC die Redundanz gewährleistet und andererseits wird das Freischalten einer Maschinensektion zu Wartungsarbeiten auch von der Seite des Interkommunikationsnetzwerkes her gesehen beherrschbar. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Umschaltung einer Maschinensektion von der Betriebsart „Interkommunikationsbetrieb“ auf „Einzelbetrieb“ in Echtzeit möglich. Dadurch  
30 lassen sich die Interkommunikationsnetzwerke für sich flexibel konfigurieren.

In Figur 9 und 10 sind Beispiele für die Anwendung des erfindungsgemäßen Antriebssystems ohne bzw. mit Vermittlungsstelle in einer Druckmaschinenanlage

mit einer Vielzahl von Drucktürmen 4 sowie mehreren Falzwerken 5 dargestellt, wie auch an sich dem Fachmann bekannt.

Gemäß Figur 9 sind drei ringförmige Antriebsnetzwerke jeweils mit acht  
5 Antriebseinheiten DRC für die Drucktürme 4 und das Falzwerk 5 gebildet. Dabei ist jeweils einem der Antriebseinheiten die Masterfunktion bzw. die Rolle des Kommunikationsmasters für die jeweils synchron kommunizierenden Antriebsringe zugeordnet. Ein Antriebsnetzwerk entspricht der Antriebsausrüstung eines kompletten Druckturms 4. Die ringförmigen Antriebsnetzwerke arbeiten  
10 nach dem Master/Slave-Verfahren mit synchroner Datenübertragung (entsprechend dem an sich bekannten SERCOS-interface). Die Antriebseinheit jeweils mit Masterfunktion ist über das an sich bekannte Ethernet an eine Steuerung UNIT angekoppelt und übernimmt die Aufgabe, alle ihm zugeordneten Antriebseinheiten 2...8 mit den für sie bestimmten, synchronisierten Sollwerten und Steuersignalen zu versorgen. Ebenso werden hier die Statusinformationen  
15 aus allen angekoppelten Antriebseinheiten zusammengefaßt und einer Leitebene über Ethernet zur Verfügung gestellt. Neben dem Betrieb seines eigenen Antriebs kann die als Kommunikationsmaster das Antriebsnetzwerk dominierende Antriebseinheit auch Leitachsfunktion übernehmen. Der so ausgestattete  
20 Druckturm 4 läßt sich so als Baustein einer komplexen Druckmaschinensektion oder Druckmaschine auffassen. Die Verknüpfung dieser Bausteine (im Anwendungsbeispiel: Drucktürme 4) zur Ermöglichung einer Interkommunikation zwischen den Antriebsmasters erfolgt durch ein zweites, synchron kommunizierendes Master/Slave-Netzwerk - das Interkommunikationsnetzwerk  
25 (SERBAS) -, das die Antriebsnetzwerke bzw. -ringe ebenfalls physikalisch gemäß Ringtopologie entsprechend dem SERCOS-interface verbindet. In praktischen Ausführungsbeispielen kann das Interkommunikationsnetzwerk SERBAS aus bis zu 32 Kommunikationspartnern bzw. Netzwerkknoten bestehen. Durch diese Interkommunikation wird es möglich, Antriebe oder Antriebsringe einer virtuellen  
30 oder auch einer realen Leitachse zuzuordnen. Die entstandenen Antriebsgruppen entsprechen im dargestellten Anwendungsbeispiel dem Weg einer Papierbahn durch die Druckmaschinenanlage. In der Regel wird einem Falzwerk 5 die Rolle der Leitachse übertragen. Das bedeutet, dass alle dieser Leitachse zugeordneten Antriebe auf die absolute Lage dieser Leitachse bzw. des Falzwerks



synchronisiert werden müssen. In einer Maschine oder einem Teil/Sektion davon können bei praktischen Anwendungsbeispielen bis zu 32 solcher Leitachsen definiert sein, denen jeweils beliebige Antriebseinheiten zugeordnet werden können. Die wesentlichen Informationen, die über die Interkommunikation verteilt werden, sind die bahnbezogenen Geschwindigkeits-Sollwerte sowie die zugehörigen Steuer- und Statusinformationen. Damit ist ein neuer Baustein entstanden, der eine eigenständige Teil-Maschine oder eine Maschinensektion einer komplexen Anlage darstellt.

- 10 Gemäß Figur 10 sind die einzelnen Sektionen (im dargestellten Beispiel sieben Sektionen 1..7) miteinander über die Vermittlungsstelle MLC verknüpft und verwaltet. In das ringförmige Interkommunikationsnetzwerk jeder Sektion wird ein Teilnehmer bzw. Knoten SIM 1...7 aufgenommen, der keine Antriebsfunktion übernimmt. Dieser Interkommunikations-Netzwerkknoten ist gleichzeitig Teil der
- 15 Vermittlungsstelle MLC (=Multi-Link-Controller), die nach derzeitigem, praktischen Realisierungsstand bis zu sieben Interkommunikations-Ringe bzw. -Netzwerke verwalten kann. Damit ergibt sich als Anzahl der synchron zu betreibenden Antriebseinheiten:  $48 \text{ (pro Antriebsnetzwerk)} \times 31 \text{ (pro Interkommunikationsnetzwerk)} \times 7 \text{ (pro Vermittlungsstelle)} = 10416$ . Die
- 20 Vermittlungsstelle MLC stellt jeder Sektion bzw. jedem zugehörigen Interkommunikationsnetzwerk alle Informationen zur Verfügung, die notwendig sind, um jede in einer Maschinensektion vorhandene Antriebseinheit DRC einer der 32 möglichen Leitachsen zuzuordnen. Damit wird der Aufbau von sehr komplexen und doch gut zu strukturierenden Antriebskonfigurationen ermöglicht.
- 25 Da die Antriebsstruktur auch die mechanische Struktur der Maschine widerspiegelt, gewinnen auch komplexe Anlagen mit vielen Antrieben an Übersichtlichkeit und werden damit leichter beherrscht und bedienbar.

- Zusätzlich zu den physikalischen, vielfach an den tatsächlichen mechanischen
- 30 Aufbau angelehnten Netzwerkstrukturen ist es möglich, unabhängige logische (Netzwerk-) Strukturen zu bilden und zu definieren. So kann jeder Antrieb einer von beispielsweise 32 Antriebsgruppen oder -netzwerken zugeordnet werden. Die so gebildeten Gruppen können mit zusätzlichen gruppenspezifischen Sollwerten versorgt werden. Diese Gruppensollwerte können von einer Leitachse unabhängig

sein, müssen aber ebenfalls synchronisiert ausgeführt werden. Hierbei kann ein von der Leitachse unabhängiger Gruppenmaster definiert werden, auf den sich andere Gruppenmitglieder synchronisieren. Im Anwendungsfall Druckmaschinen werden derartige Funktionen im Rüstbetrieb zum Einzug von Papierbahnen oder  
5 auch zur Synchronisation von mehreren Papierbahnen eingesetzt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung kann die Sollwertvorgabe von der Leitebene (UNIT-CONTROLLER) über eine Ethernet-Verbindung zu den als Kommunikationsmaster fungierenden Knoten der Antriebsnetzwerke erfolgen. Da  
10 mit den oben beschriebenen Methoden die Synchronisation der Antriebe im System sichergestellt ist, kann die Vorgabe der bahnbezogenen Geschwindigkeits-Sollwerte asynchron über Ethernet-Schnittstellen ablaufen. Dabei können auch die Protokolle TCP, UDP und IP zum Einsatz kommen. Ein zentraler Diagnose-PC kann über das Ethernet mit jeder Antriebseinheit  
15 zumindest informationstechnisch gekoppelt werden. Damit besteht, neben der Diagnose und Bedienung, die Möglichkeit der zentralen Verwaltung aller relevanten Parametrierungen in der Anlage. Durch ISDN- oder Modem-Anschluß des Diagnose-PCs kann weltweit jede Anlage zur Fernwartung oder Fehlerdiagnose erreicht werden.

20

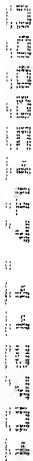
### Bezugszeichenliste

	1	Kommunikationskanäle
25	MLC	Vermittlungsstelle
	SIM	Master-Kommunikationsschnittstelle
	SDC	Synchronisationssteuereinheit
	Tx	Sendeorgan
	Rx	Empfangsorgan
30	DSP	digitaler Signalprozessor
	DRC	elektrische Antriebseinheit
	2	Elektromotor
	3	Funktionsteil
	PLC	Prozeßsteuerungsnetzwerk

- 4 Druckturm
- 5 Falzwerk

5

\\SUPERNOVA\MandA-Z\Mandanten\_B\0005 BAS\033pus bmt.doc



**Patentansprüche zu „Interkommunikation“ und „Multi-Link-Controller“**

- 5 1. Elektrisches Antriebssystem zur synchronisierten Verstellung mehrerer drehbarer Achsen oder sonstiger, auch linear bewegbarer Funktionsteile (3) von Geräten und Maschinen, insbesondere Druckmaschinen, in ihrer Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung, mit mehreren rechnergestützt geregelten Antriebseinheiten (DRC), die mit einem oder mehreren Funktionsteilen (3) zu deren Verstellung verbunden sind, und mit mehreren
- 10 Antriebsnetzwerken, die jeweils mehrere der Antriebseinheiten (DRC) als Netzwerk-Knoten aufweisen und einem Teil oder einer Gruppe der Funktionsteile (3) zugeordnet sind, wobei innerhalb mindestens eines der Antriebsnetzwerke dessen Knoten beziehungsweise Antriebseinheiten (DRC) nach dem Master/Slave-Prinzip angeordnet und durch
- 15 Kommunikationskanäle (1) und/oder ein Kommunikationssystem jeweils in einer Ringstruktur miteinander verbunden sind, und wenigstens ein Knoten (SDC) eines Antriebsnetzwerks mit einem Knoten (SDC) eines anderen Antriebsnetzwerks ebenfalls nach dem Master/Slave-Prinzip durch Inter-
- 20 Kommunikationskanäle (1) und/oder ein Inter-Kommunikationssystem oder -netzwerk in einer Ringstruktur gekoppelt ist.
2. Elektrisches Antriebssystem zur synchronisierten Verstellung mehrerer drehbarer Achsen oder sonstiger, auch linear bewegbarer Funktionsteile (3) von Geräten und Maschinen, insbesondere Druckmaschinen, in ihrer Lage,
- 25 Geschwindigkeit oder Beschleunigung, mit mehreren rechnergestützt geregelten Antriebseinheiten (DRC), die mit einem oder mehreren Funktionsteilen (3) zu deren Verstellung verbunden sind, und mit mehreren Antriebsnetzwerken, die jeweils mehrere der Antriebseinheiten (DRC) als Netzwerk-Knoten aufweisen und einem Teil oder einer Gruppe der
- 30 Funktionsteile (3) zugeordnet sind, wobei innerhalb mindestens eines der Antriebsnetzwerke dessen Knoten beziehungsweise Antriebseinheiten (DRC) kommunikativ miteinander gekoppelt sind, und mit mehreren

Interkommunikationsnetzwerken, deren Knoten (SDC) auch kommunikativ miteinander gekoppelt sind und gleichzeitig unterschiedlichen Antriebsnetzwerken angehören, und ferner mit einer Vermittlungsstelle (MLC), welche mit Kommunikationsorganen (SIM) als Knoten je eines der Interkommunikationsnetzwerke versehen und zu deren Verwaltung, Verbindung, Verknüpfung und/oder Kopplung untereinander programm- und/oder schaltungstechnisch ausgebildet ist.

3. Antriebssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebs- und/oder Interkommunikationsnetzwerke gemäß einer vorzugsweise seriellen Ringstruktur angeordnet und/oder nach dem Master/Slave-Prinzip organisiert sind.

4. Antriebssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kommunikationsorgan (SIM) im Rahmen des Master/Slave-Prinzips als Kommunikationsmaster des jeweiligen Interkommunikationsnetzwerks ausgebildet ist.

5. Antriebssystem nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationsorgane (SIM) mit seriellen Schnittstellen (SIM) realisiert und von wenigstens einem Prozessor (DSP) kontrolliert sind.

6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kommunikationsorgan (SIM) mit Funktionen eines Kommunikationsmanagers (COM\_MANAGER) vorzugsweise ohne Übernahme direkter Antriebsfunktionen ausgebildet, verknüpft oder versehen ist.

7. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Interkommunikationsnetzwerke

entsprechend einer Sternstruktur mit der Vermittlungsstelle (MLC) als Sternmittelpunkt angeordnet sind.

- 5 8. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Interkommunikationsnetzwerk für eine Datenübertragung synchron zu einem Taktgeber der Vermittlungsstelle (MLC) ausgebildet ist.
- 10 9. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einem der Interkommunikationsnetzwerke einer oder mehrere der Knoten als Kommunikationsmaster (M1,M2,M3) und/oder Leitrechner für andere Interkommunikationsnetzwerke programm- und/oder schaltungstechnisch konfiguriert sind, und deren Kommunikationssteuer- und/oder Leitsignale
- 15 von der Vermittlungsstelle (MLC) gegebenenfalls nach Filterung oder sonstiger Verarbeitung den anderen Interkommunikationsnetzwerken zugeleitet werden.
- 20 10. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine programm- und/oder schaltungstechnische Ausbildung derart, dass Lage-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungs-Sollwerte gegebenenfalls mit zugehörigen Steuer- und Statusinformationen über das Inter-Kommunikationssystem oder -netzwerk an eines oder mehrere der Antriebsnetzwerke verteilt werden.
- 25 11. Antriebssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformationen eine logische Zuordnung einer oder mehrerer Antriebseinheiten (DRC) zu einem der Antriebsnetzwerke und/oder Interkommunikationsnetzwerke beinhalten.

12. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 11, gekennzeichnet durch eine programm- und/oder schaltungstechnische Ausbildung der Vermittlungsstelle (MLC) derart, dass über sie ein die Interkommunikations-Netzwerke ganz oder teilweise beeinflussender oder kontrollierender Befehls- und/oder Datentransfer erfolgt.
13. Antriebssystem nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine programm- und/oder schaltungstechnische Ausbildung der Vermittlungsstelle (MLC) derart, dass über sie jedem Interkommunikationsnetzwerk alle Informationen zur Zuordnung einer der Antriebseinheiten (DRC) zu einem jeweiligen Antriebsnetzwerk übertragen werden.
14. Antriebssystem nach Anspruch 13, wobei wenigstens mehrere der Antriebsnetzwerke nach dem Master/Slave-Prinzip jeweils mit einem Kommunikationsmaster (SDC) ausgebildet sind, der einen Knoten eines Interkommunikationsnetzwerks bildet, und die Vermittlungsstelle (MLC) programm- und/oder schaltungstechnisch derart ausgebildet ist, dass über sie alle Antriebseinheiten (DRC) dieses Interkommunikationsnetzwerks je einem der Kommunikationsmaster (SDC) zugeordnet werden.
15. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Knoten (SDC) mindestens eines der Interkommunikationsnetzwerke programm- und/oder schaltungstechnisch sowohl als Kommunikationsmaster für dieses Interkommunikationsnetzwerk zu dessen Einzelbetrieb ohne Kopplung mit der Vermittlungsstelle (MLC) als auch als Kommunikationsslave zur Kopplung mit der als Kommunikationsmaster arbeitenden Vermittlungsstelle (MLC) ausgebildet ist.
16. Vermittlungsstelle (MLC) für ein elektrisches Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von

jeweils als Kommunikationsmaster konfigurierten Kommunikationsorganen beziehungsweise -schnittstellen (SI\_ISR1, SI\_ISR2...) für externe Netzwerke und einen diese kontrollierenden Prozessor (DSP).

- 5 17. Vermittlungsstelle (MLC) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationsschnittstellen (SI\_ISR1, SI\_ISR2...) zur synchronen und/oder seriellen Datenübertragung ausgebildet sind.
- 10 18. Vermittlungsstelle (MLC) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (DSP) mit Programmcodetelementen oder einem oder mehreren Software-Modulen (DTA\_DIST\_MGR) zur Verteilung, Weitergabe von Daten aus einer Kommunikationsschnittstelle an eine andere und/oder zur Filterung oder sonstigen Verarbeitung dieser Daten für die andere Kommunikationsschnittstelle und/oder mit einer oder mehreren vorzugsweise seriellen Schnittstellen zur Kommunikation mit einer übergeordneten Leit- oder Diagnoseeinrichtung (PLC) und/oder zur sonstigen Datenein- und/oder -ausgabe versehen ist.
- 15 19. Vermittlungsstelle nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch einen oder mehrere, die Kommunikationsschnittstellen steuernde und/oder kontrollierende Module (COM\_MANAGER) zum Kommunikationsmanagement mit diesen Kommunikationsschnittstellen.
- 20 20. Vermittlungsstelle (MLC) nach einem der Ansprüche 16 bis 19, gekennzeichnet durch eine programm- und/oder schaltungstechnische Ausbildung und/oder Einrichtung zur eigenen Parametrierung aus einer externen Leitdatenquelle.
- 25 21. Vermittlungsstelle (MLC) nach einem der Ansprüche 16 bis 20, gekennzeichnet durch eine Empfangsspeichereinheit für Daten aus den und/oder zu den Kommunikationsschnittstellen (SI\_ISR1, SI\_ISR2...).
- 30



22. Vermittlungsstelle (MLC) nach einem der Ansprüche 16 bis 20,  
gekennzeichnet durch eine programm- und/oder schaltungstechnische  
Einrichtung zur Umsetzung eines Kommunikationsprotokolls eines ersten  
Interkommunikationsnetzwerkes in ein anderes Kommunikationsprotokoll  
eines zweiten Interkommunikationsnetzwerkes.
23. Antriebs-Synchronisationssteuereinheit als Knoten eines  
Interkommunikationsnetzwerks für ein elektrisches Antriebssystem nach  
einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens  
eine erste Kommunikationsschnittstelle (SI\_ISR) und wenigstens einen  
diese kontrollierenden Prozessor (DSP), der mit folgenden  
Funktionsmodulen versehen ist:
- einem Leitachsmodul (VSA\_MGR), ausgebildet zum Empfang, zur  
Erzeugung und/oder Weitergabe von Daten und/oder Befehlen für eine  
virtuelle Leitachse über die mindestens eine Kommunikationsschnittstelle  
(SI\_ISR)
  - einem Datenverteilmodul (DTA\_DIST\_MGR), das zur Steuerung eines  
Daten- und/oder Befehlsflusses über die mindestens eine  
Kommunikationsschnittstelle (SI\_ISR) mit einem der Netzwerke,  
insbesondere dem Interkommunikationsnetzwerk ausgebildet ist.
24. Synchronisationssteuereinheit nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Prozessor (DSP) noch mit einer zweiten  
Kommunikationsschnittstelle (SI\_DRV) und einem damit koppelbaren  
Antriebskommunikationsmodul (DRV\_COM\_MGR) versehen ist, das zur  
Steuerung eines Daten- und/oder Befehlsflusses über die zweite  
Kommunikationsschnittstelle (SI\_DRV) mit einem der Antriebsnetzwerke  
ausgebildet ist.

- 5 25. Synchronisationssteuereinheit nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitachsmodule (VSA\_MGR) zum Zugriff auf die beiden Kommunikationsschnittstellen (SI\_DRV,SI\_ISR) zwecks bidirektionalen Daten- und/oder Befehlsaustauschs zwischen zwei Netzwerken ausgebildet ist.
- 10 26. Synchronisationssteuereinheit nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (DSP) noch mit einer dritten Kommunikationsschnittstelle (SI\_PLC) versehen ist, mit dem das Antriebskommunikationsmodul (DRV\_COM\_MGR) und/oder Datenverteilmodul (DTA\_DIST\_MGR) zur Organisation eines Befehls- und/oder Datenflusses zwischen einem der Antriebs- und/oder Interkommunikationsnetzwerke einerseits und einem sonstigen Netzwerk, insbesondere Leitnetzwerk mit asynchronem Datenaustausch, andererseits koppelbar ist.
- 15 27. Synchronisationssteuereinheit nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebskommunikationsmodul (DRV\_COM\_MGR) zum Zugriff auf die zweite und dritte Kommunikationsschnittstelle (SI\_DRV,SI\_PLC) zwecks bidirektionalen Daten- und/oder Befehlsaustauschs zwischen zwei Netzwerken ausgebildet ist.
- 20 28. Synchronisationssteuereinheit nach Anspruch 24 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Datenverteilmodul (DTA\_DIST\_MGR) zum Zugriff auf mindestens zwei der ersten, zweiten oder dritten Kommunikationsschnittstelle (SI\_ISR,SI\_DRV,SI\_PLC) zwecks bidirektionalen Daten- und/oder Befehlsaustauschs zwischen wenigstens zwei der unterschiedlichen Netzwerke ausgebildet ist.
- 25 29. Synchronisationssteuereinheit nach einem der Ansprüche 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (DSP) mit einem oder
- 30

mehreren, die erste, zweite und/oder dritte Kommunikationsschnittstelle (SI\_DRV,SI\_ISR,SI\_PLC) steuernden und/oder kontrollierenden Modulen (COM\_MGM) zum Kommunikationsmanagement über diese Kommunikationsschnittstelle(n) versehen ist.

5

30. Synchronisationssteuereinheit nach einem der Ansprüche 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Datenverteilmodul (DTA\_DIST\_MGR) Filter- oder sonstige Verarbeitungsfunktion für Daten und Befehle aus wenigstens einer Kommunikationsschnittstelle für wenigstens eine andere Kommunikationsschnittstelle umfasst.

10